臺灣之鐘麻粟螟

梁同庭　游江海

一、前　言

鐘麻通稱洋麻（*Hibiscus cannabinus* Linne），早於民國前3年（1909）即自印度引入臺灣；以其耐旱能力大，適應能力强，故可用爲黃麻之替代作物。在日據時代曾一度推廣，惜未久即趨於沒落(註1)。民國38年臺灣省農林廳再度獎勵種植，然而方及興盛之始即逢病蟲害之普遍發生，造成嚴重災害；自此以後各地麻農咸以該等病蟲害之無法防治，不能保障其收益，而不願繼續栽植，是以當前病蟲害之能否防除已成爲鐘麻推廣之先決課題。

在臺灣加害鐘麻之主要害蟲有粟螟（*Pyrausta nubilalis* Hubner）；斜紋夜盜蟲（*Prodenia litura* Fabricius）；小紅切翅蛾（*Anomis fimbriago* Stephen）；銅綠金龜子（*Anomala expansa* Bates）；二點小綠浮塵子（*Chlorita biguttula* Ishida）及赤星椿象（*Dysdercus megalopygus* Breddin）等六種。其中以粟螟之爲害最爲嚴重，且該蟲在本省爲害鐘麻之情形過去尚未見有記載。蓋欲謀適當之防除方法，對於該蟲在鐘麻上之生活習性，生活史及其發生區域被害程度等，必需有詳確之認識；作者於民國41年即已着手調查，42-45年更格外加緊工作，茲將5年來之各項觀察及調查結果報告於後。

本文因僅記叙粟螟在鐘麻上之發生情形，故在「粟螟」名稱之前冠以「鐘麻」字樣，以資識別。

本計劃先後承臺灣省農林廳及中國農村復興委員會惠撥試驗經費；又試驗中之一部調查工作承蔡焜煌先生、蔡雲鵬先生及劉顯修先生之協助，均此誌謝。

二、前人研究

有關粟螟之研究資料甚多，經搜集自1910至1956年間所發表與本文有關之資料，共有346篇，其中關係較爲密切者亦有90篇；但論到粟螟加害鐘麻之記錄則只有一篇。本節除僅將粟螟對鐘麻之加害情形，以及與本文最有密切關係之宿主問題作一概括之介紹以外，至其他輔助資料，則分錄於本文各節之內以便於討論。

Ⅰ、粟螟加害鐘麻之記錄：在過去46年間，有關粟螟加害鐘麻之記錄僅有Durnovo氏(21) 1933年發表之一篇報告，該氏記載粟螟幼蟲在俄國北高加索嚴重加害於鐘麻，被害植株立即停止生長，莖葉萎凋乃至枯死；被害而未枯死之麻株常至麻莖破裂，而無法抽取其纖維。此蟲在該地區中年生1-2代，Durnovo氏對其週年之發生情形記叙頗詳；由於北歐與臺灣在地理環境上之極端相異，粟螟之發生情形亦當完全不同，故在此均不予以詳誌。

Ⅱ、粟螟在世界各地寄主植物之檢討：粟螟幼蟲習性既雜，又無固定之嗜性，據Roubaud氏(71)1929年發表：在美國之試驗結果，證明不同地理型之粟螟對寄主植物之嗜性亦不相同。Malenotti氏(58)1931年記述粟螟在意大利之寄主植物，因地域而有不同。桑山覺氏(49)1929年記叙粟螟在各地宿主植物之所以不同，係由於此種害蟲善於適應環境變化之故。

在俄國此蟲之主要加害作物(46, 47, 76)除鐘麻以外尚有大麻(hemp)、亞麻(flax)、黍(millet)、玉米(maize)、芥菜(mustard)、向日葵(sunflower)、棉花(cotton)、甜菜(sugar-beet)及若干種蔬菜和果樹。在北高加索主要加害玉米及一種莧科植物（*Amarantus*），該二種植物比大

註1　未能推廣成功之原因不詳

麻及鐘麻更適合於粟螟之寄生；但在俄國之中南部[2, 22, 46, 90]粟螟對大麻之加害程度比玉米及黍類更爲嚴重。在波蘭東部[37]粟螟嚴重加害忽布（hop）及黍而對玉米之爲害情形並不嚴重 。在比利時[18]粟螟之最主要寄主爲一種艾草（*Artemisia* spp.），並非大麻及玉米等。在法國[54, 59, 65, 70]，粟螟之主要宿主爲大麻，其次爲玉米、黍、高粱（Sorghum）、忽布及艾草。在德國[75]、意大利[27, 28, 29]、捷克斯拉夫[30, 42]及匈牙利[41]各國亦有粟螟嚴重加害大麻之記錄；此外在保加利亞南部[14, 69, 73]及羅馬尼亞[39,73]粟螟對大麻之加害情形亦比玉米更爲嚴重。

在美國[16,20,36,,53,,56,,57,,62,,80]，粟螟之加害作物比較主要者有玉米、甘藷（potato）、棉花、大理花（dahlia）、四季豆（string-bean）、唐菖蒲（gladiolus）、紫菀（aster）、豕草（ragweed）、蓼草（smartweed）及 blue berry 等。在加拿大[5]，粟螟爲害之主要作物有甘藷、玉米、大豆、白菜（cabbage）及多種雜草類。

在東南亞方面，Clark 氏[15]1930-1932年在日本、朝鮮及中國（東北、臺灣）各地曾加以調查，據記述在該地區中粟螟之主要寄主有大麻（*Cannabis sativa* L.）、日本忽布（***Humulus japonicus*** Sieb. and Zucc.）、蓼草類(包括 *Polygonum blumei* Meisn.，*P. lapathifolium nodosum* Weinm.，*P. thunbergii* Sieb. and Zucc.，*P. viscosum vernicosum* Meisn.，*P. tinctorium* Ait. 等五種）、酸模草(*Rumex japonicus* Meisn.)、蕎麥(*Fagopyrum vulgare* Hill.)、玉米（*Zea mays* L.）、高粱（*Sorghum vulgare* Pers. var.）、苡薏米（*Coix lacryma-jobi* L.）、粟（*Setaria italica* Beauv. var.）、黍（*Panicum miliaceum* L.）、稗（*Echinochloa crusgalli edulis* Hitchc.）、大豆（*Soja max* Piper.）、豆類（*Phaseolus* spp.）、菊（*Chrysanthemum morifolium* Ram.）、大理花（*Dahlia variabilis* Desf.）及百日草（*Zinnia elegans* Jacq.）等20種。此蟲在臺灣則嚴重加害玉米，但在日本確以加害大麻爲主，對玉米之爲害並不十分重要。又據高橋奬氏[84]1919、中山介之助氏[61]1929及小尾充雄氏[40]1940年曾先後發表，在日本及朝鮮大麻及棉花爲粟螟之重要宿主。劉崇樂氏[55]1941年記述玉米及高粱爲粟螟在中國北部之重要寄主植物。

歸納前叙各學者之試驗及調查結果證實，粟螟在世界各地之主要寄主植物各不相同；而粟螟在臺灣之宿主植物過去尚缺少較爲詳確之調查，至於該蟲加害鐘麻之情形則更是缺少研究。

三、形態習性及生活史之觀察

I、觀察方法：

（1）室內飼養觀察：此項飼養觀察方法係參考 Vouk 、Hergula 二氏[88]1929 及 Patch 、Peirce 二氏[68]1933年研究粟螟加害玉米及趙善歡氏[91]1942年研究三化螟蟲所採用之方法，再依照粟螟在臺灣加害鐘麻之習性，予以修改而擬定者。其觀察數目，除在文表中另有註明者外，均以30個蟲體之觀察結果爲標準。

(A) 成蟲之培養：在田間採集寄生莖，選擇老熟之幼蟲及蛹，用盆栽鐘麻繼續培養，蓋以紗布籠罩[註2]待有成蟲羽化之後選擇形態完整者，小心收集放入氰酸鉀毒瓶中，將其殺死，觀察其外部形態。此外將同時羽化之雌雄蛾成對移入口徑25cm，高28cm之盆栽鐘麻（var. *Madras red*）上，仍蓋以紗布籠罩，分別編號，每日上下午各觀察一次，記錄其習性、交尾、產卵及壽命等。

(B) 卵之培養：將本節 A 項成蟲所產之卵塊各別記錄其卵數 、形態 、產生日期及時刻等，並逐日觀察各卵塊之變化，注意其開始孵化之日期、時刻及孵化之歷時等。此外並將卵塊投入於5% KOH 溶液中，加溫使其卵粒分散，在双筒鏡下觀察其外部形態，並計算其數目。

註 2　飼養粟螟成虫必需用紗布籠罩。作者曾將粟螟之雌雄蛾成對移入鐵紗籠中，該移入之螟蛾未見產卵即迅速死亡，據推想係由於螟蛾在籠中之撞擊所致。

(C) 幼蟲之飼養：將初孵化之幼蟲，分別移入幼嫩之盆栽鐘麻莖中飼養，每莖放蟲一頭，其分離飼養之方法，係將幼蟲以蘸有蒸餾水之毛筆尖端移至預先用小刀裂開莖皮所成之破口內，每日輕輕撥開莖皮檢查一次，詳細觀察幼蟲之移動情形，一般習性及有無脫皮等；若觀察莖經多次之檢查而致枯萎時，則將幼蟲移至另一新莖繼續飼養。此外並收集各齡期幼蟲，用双筒鏡檢查其外部形態。

(D) 蛹之培養：將本節C項所得老熟之幼蟲繼續按日檢查其變化，記錄蛹之歷期，並觀察其外部形態。

(2) 田間調查：民國42年在雲林縣東勢鄉選擇鐘麻粟螟發生嚴重之田場3塊，2處在蕃子寮，面積合計爲3公頃，爲民國42年4月 20-22 日所播種者；另一處在劉厝庄，面積爲1.6公頃，於同年4月 22-25 日播種。所植品種爲 var. *Madras red*. 均係麻農黄文斗君所有。在該調查田中分別作以下之調查工作。

(A) 卵之調查：在鐘麻粟螟成蟲之發生時期中，按日調查田中卵塊之密度，產卵之部位及高度。其取樣方法爲自第1行起算，每隔5行取樣1行，在各調查行中，每隔10步取麻一株。

(B) 幼蟲及蛹之調查：在調查田中，每週調查一次，照本節A項方法每次取樣約200株左右，檢查其莖株被害率，幼蟲之密度、部位、大小、化蛹之部位及其一般習性等。

(C) 被害狀況及寄主植物之調查：自民國42-45年在鐘麻粟螟之栽植地區，調查鐘麻被粟螟之加害情形，計算其被害率並在粟螟盛發區域，調查以該地區爲中心之一平方公里以內之作物種類、栽培面積及粟螟發生情形等。

II、觀察結果：

(1) 成蟲：

(A) 外部形態簡述：鐘麻粟螟之雌雄蛾在形態上略有不同，以雌雄各50頭之觀察結果如下：見圖II-1。

a. 雌蛾：體長8.0-13.5mm，平均爲 10.9mm，翅展22.3—25.8mm，平均24.9mm。頭部淡黃，有時略顯淡綠色；觸角 (antenna) 細長呈絲狀，約及前翅前緣 (anterior margin) 長度之2/3；下唇鬚(labial palpus)呈銀白色。胸部背面棕褐色，腹面白色；足 (leg) 白色，唯前足之底面略具灰色；前翅色彩頗不一致，多數呈米黃色，少數呈暗粉色，或淡棕紅色，靠近前緣之中段部位，生有褐色斑點，距離翅基(humeral angle) 約2/3靠近內緣 (anal margin) 部位，具數條褐色斑紋，靠近前緣部位，有一曲折之赤褐色條紋，其外爲一淺黃褐色外緣略作櫛齒狀之斑紋；後翅多呈灰棕色，生有一條寬而粗之淡褐色斑紋；翅刺 (frenulum) 有三條，二粗短，一細長。腹部背面呈棕灰色，腹面白色，腹端在停落時不伸出翅外。

b. 雄蛾：體長與雌蟲相若；翅展21.5-24.5mm，平均爲22.9mm。其前後翅之寬度相等；前翅呈棕紅色或暗灰色，靠近前緣之中段部位亦生有褐色斑點，距翅基2/3處，生一條褐色櫛齒狀斑紋，但該條紋常爲外緣之褐色斑紋所侵而至模糊不清，初視則呈一連串之半月形斑點；後翅暗灰色，中央生一褐色寬帶。腹部瘦長，末端尖細，停落時伸出翅外。翅刺粗長只有一條。

(B) 性比率及其壽命：在粟螟化蛹期間，自調查田中收集其蛹携回室中培養，待成蟲羽化以後，計算雌蛾之百分數，見第1表，就表中之記載觀察雌蛾所佔之數目稍高。

表 1　成蟲之性比率

調查時期	在鐘麻上發生之代數	採集蟲數	♀	♂	♀%
民國42年7月下旬	第 1 代	125	67	58	53.6
9月上旬	第 2 代	95	59	36	62.1
民國44年7月上旬	第 1 代	206	104	102	50.5

成蟲之壽命受配偶難易及外界環境之影響極大，上敘自田中採來之蛹，置於紗布網罩中繼續培養，記錄各成蟲之壽命，歸納成第2表，自表中數值看出，粟螟成蟲之壽命甚短，以日數計，雌蛾最多不超過8天，平均爲3-6天；雄蛾之壽命更短，平均僅3-5天。Andreeva 氏[1]1930及Bottger、Kent 二氏[6]1931年之觀察，發現粟螟雌蛾比雄蛾之壽命爲長，與本調查之所得結果相吻合。雌蛾產卵後經過3日左右，即行死去；在自然生活狀況下之成蟲，因不受拘束，其壽命可能與生活於紗布網罩者不同，但因成蟲在田間之發生情形無法調查，故不能肯定下此斷語。

(C) 習性：粟螟成蟲多在夜間 8-11 時羽化。日間停落於蔴葉或莖株上，在飼育籠中則多靜伏於籠壁或邊條上，若不受外界振動，常靜止不動，但在檢查結果時，稍一不愼，成蟲即自籠門飛出，其行動甚速，但繼續之時間不久即再停落。成蟲在日間隱避得法，而且逃避之能力很強

表 2 成蟲之壽命

調查時期	在鐘蔴上發生之代數	觀察蟲數	♀蟲壽命（日） 全壽命 最短	全壽命 最長	全壽命 平均	產卵後 最短	產卵後 最長	產卵後 平均	♂蟲壽命（日） 最短	最長	平均
民國42年7月中旬	第 1 代	125	2	8	6.3	0	4	2.4	2	7	5.0
9月上旬	第 2 代	95	2	8	5.5	1	5	3.0	2	7	4.6
民國44年7月上中旬	第 1 代	51	2	5	3.2	0	3	2.4	1	5	3.2

，飛行之方向又極爲曲折 (zigzag movement)，所以在田間採集成蟲非常困難，故欲保留成蛾之標本，必自田間採集幼蟲或蛹携回飼養，否則必難獲得較爲完整之體形。

殆自黃昏以後至翌日清晨，爲成蟲之活動時間，晚 7-12 時，清晨 4-6 時最爲活躍。此項觀察結果與 Stirrett 氏[82] 1929 年在加拿大，Hervey、Palm 二氏[34] 1935 年及 Ficht、Hienton 二氏[24]1939年在美國之觀察結果大致相同，只是由於地域、氣候狀況不同，其活動時刻略有差異而已。

成蟲之趨光能力並不甚强，此種事實與 Crombrugghe 氏[18] 1919年在比利時之試驗結果相符合。據初步之觀察，100燭光電燈，2.5公尺高之誘蛾燈，對120公尺以外之鐘蔴粟螟，誘集能力極小(調查時天氣晴，晚間平均温度23.3°C，風力2.7km/h，鐘蔴一般株高2.2m)。據過去文獻之記載，利用誘蛾燈誘集粟螟成蟲，其誘蟲效果受多種因子之影響，其中重要者有以下4點：

a. 氣象因子之影響：Beall 氏[4]1938年發表，誘蛾燈對粟螟成蟲之誘蛾能力，與當日之最高温度及晚間之温度有正相關關係；而與當晚之風力呈反相關關係。Stirrett 氏[81]1929年發表粟螟成蟲在14°C以下之氣温中，即停止活動。又 Hervey 及 Palm 二氏[34]1935 年證實夜間平均温度21-24°C爲粟螟成蟲飛行之最適宜温度。

b. 光色之影響：Parrott 氏[67]1927，Kelsheimer 氏[33]1935及 Ficht、Hienton 二氏[26] 1941年分別證明含有藍紫色光譜之光源，其對粟螟成蟲之誘集能力强於含有紅橙色之光譜者。

c. 光源高度之影響：Hervey、Palm 二氏[34]1935，Ficht、Hienton、Fore 三氏[25] 1940及 Ficht、Hienton 二氏[26]1941年證明光源與玉米之高度相等或稍低時對粟螟成蟲之誘集能力較强，光源高於玉米者其誘蛾能力反見減低。

d. 光度及其有效範圍：Ficht、Hienton 及 Fore 三氏[25]1940年試驗證明，利用普通電燈

誘集粟螟成蟲，以每公頃2000瓦特（wattage）總量即能達到誘蛾目的，該氏[26]於1941年又發表粟螟成蟲有趨向强光之習性，即光燭愈大其誘蛾能力也愈强。Carruth及Kerr二氏[11]1937年亦曾發表25燭光之電燈，對粟螟成蟲之誘集能力極低。

歸納以上各點討論，本節所進行之粟螟趨光性初步觀察，其所用光源之種類、光度、高度及當時之氣候因子等，雖未能盡合理想，但亦經達到有效標準；其誘蛾能力較差之原因，當係由於燈光距離麻田較遠之故。依照 Ficht 諸氏[25]之判斷，使用普通電燈誘集粟螟成蟲，其每公頃所需光度之總量爲2000瓦特，若以每燈 100 瓦特計算，則每公頃需設燈20盞，每燈之有效範圍爲 500 平方公尺，故在有效之誘蛾情形下，光源之距離最多不超過 50 公尺，而本節所錄粟螟成蟲趨光能力之觀察，所用距離爲120公尺，當有過遠之嫌。目前鐘麻之栽培面積旣小，而且又不集中，故此一問題除利用現有材料，稍予觀察之外，未作專門試驗。然依照 Ficht 諸氏估計之每公頃所需光度，亦能證明粟螟成蟲之趨光能力並不甚强，故利用誘蛾燈防治該蟲之可能性極小。

成蟲對寄主植物之選擇能力尙强，在田中可發現非常明顯之事實，當黃麻與鐘麻併列栽培時，鐘麻雖被害已十分嚴重，而黃麻則毫無遭害。按此種現象非僅黃麻不適合粟螟幼蟲之寄生，實爲黃麻具特殊氣味，成蟲不願棲居，亦不在黃麻上產卵所致。Thompson 及 Parker 二氏[85]1928年在法國用玉米與艾草作粟螟寄主嗜性之比較試驗時，亦發現其成蟲性嗜加害玉米，而不欲在艾草上棲息，亦不願在其上產卵，可知粟螟成蟲對其寄主植物並非毫無選擇之能力。

（2）卵：

(A) 外部形態簡述：

a. 卵塊：粟螟之卵多聚產於鐘麻葉部背面，其卵塊之形狀並無一定規則，多數沿葉脈排列，成一扁平之帶狀直條，見圖 II-2，有時排列成「人」字形或橫列於葉面，少數散亂堆積毫無次序。形狀規則之卵塊，由 2-4 行卵粒排列而成，各卵粒互相重疊呈魚鱗狀。此項觀察結果與Andreeva氏[1]1930；Popov氏[69]1936年在玉米上之觀察結果及小尾充雄氏[40]1940年在大麻上之觀察結果完全相同。鐘麻粟螟卵塊之大小相差甚多，以 50 個卵塊之觀察結果，其一般長 6-12mm，平均 9.1mm；寬 1.9-2.4mm，平均 2.0mm；其厚度不及 0.5mm。每一卵塊所含卵粒之數目爲8-136個，平均爲45個。

b. 卵：以100個卵粒之觀察結果，其一般長度爲 0.83-0.93mm，平均爲 0.85mm；寬0.67-0.73mm，平均 0.72mm。表面光潤，但有不規則之縐紋。中央部位稍見隆起，原爲橢圓形，因各卵粒之互相重疊擠壓，故除少數位於邊緣之卵粒維持本來之橢圓形狀以外，多數變爲三角形、四角形或其他不規則之形狀。

初產下之卵呈白色並稍顯綠色，卵殼薄而透明，卵塊中之粒數不易區別數算，至孵化前20分鐘至5小時，胚胎迅速發展，幼蟲之形體透過卵殼清晰可見，其頭部及前胸背板(pronotum)最先形成時爲淡黃色，隨即變爲褐色，最後變爲黑褐色，此時卵粒上可以看出明顯之黑色小點。幼蟲身體彎曲臥於卵殼中，頭部及胸部背板背面向上，腹部中段以後側面向上，頭尾相接呈密閉之"U"字形，其頭部略見昂起，口器微微向上，繼而頭部逐漸向前方伸出高過尾端，蟲體呈淡黃白色，略透明。

(B) 產卵：雌蛾羽化後，如與雄蛾交尾，第 2 天即可開始產卵，普通在羽化後經過1-6日，多數爲2日，平均爲2.4日產卵；但雌蛾如無交尾機會則產卵較遲。民國42年6月7日將同日羽化之13頭雌蛾，同置於一飼蟲籠中，經過 5 天，有6頭夭亡，並在籠壁上產下散堆之不受精卵2塊，在該日下午同時放入雄蛾9頭，次日卽開始產卵，至15日檢查時，共產生卵塊8枚，各雌蟲均死亡。粟螟卵均在夜間產生而在凌晨 4-6 時所產生之卵數較多。民國42年7月以 156 個卵塊之觀察結

果，有125個係於凌晨4時以後所產生者，有28個產生於午夜12時至 4 時之間，只有 3 個產生於12時以前。又Vance氏[87]1949年發表，温度29.4°C，相對濕度96%，爲最適宜粟螟產卵之環境，在觀察田中發現大雨有影響成蟲產卵之趨勢，但其影響程度則未能詳確測出。

雌蛾之產卵量頗不一致，據民國42年 9 月自田間採集粟螟之蛹，在養蟲籠中羽化所得之28頭雌蛾，除未產卵卽行夭亡者12頭外，在其他16頭中，產卵數量最多者爲232粒，最少者僅3粒，平均爲67.3粒，至各成蛾死後再解剖其腹部，檢視留於卵巢（ovaries）中未經排出之卵數，最多者有82粒，最少者0粒，平均爲27.8粒，見表3。

表 3　室內飼養成蟲之產卵量　（民國42年）

蟲　號	產卵數（粒）	雌蛾死後腹中留卵數（粒）	總　卵　數（粒）
1	6	43	49
2	3	59	62
3	56	15	71
4	123	6	129
5	9	45	54
6	41	23	64
7	62	16	78
8	59	12	71
9	74	63	137
10	31	82	113
11	102	0	102
12	232	15	247
13	93	34	127
14	71	8	79
15	89	5	94
16	25	18	43
總　數	1076	444	1520
平　均	67.3	27.8	95.0

雌蛾產卵對寄主之高度，具有選擇性，用高度1.5公尺之養蟲籠飼育成蟲，若鐘麻高度不及0.5公尺時，雌蛾僅將卵塊產於籠壁之木條上，而不產於麻葉；鐘麻株高在0.8公尺時，約有40%之卵塊產於麻株；若株高增至1.1公尺時，其卵塊卽全部產於葉面，故利用養蟲籠飼育鐘麻粟螟時，如果盆栽寄主不够高度時，需將寄主之盆面墳高，否則必至影響其產卵結果。Neiswander、Huber 二氏[63]1929，Vukasovic 氏[89]1932，邱式邦氏[13]1940，及 Huber 氏[35]1941年發表粟螟在植株高大，生長良好之玉米上，其產卵之數目較多。相反在未達誘蛾高度(moth attractive high）者，其產卵數目極低或完全不產卵。

雌蛾產卵之位置，多在鐘麻靠近頂芽密集之葉面上，在飼育籠中，其卵塊多產於距離頂芽10-20cm以上之葉面。但在調查田中觀察之結果，則頗有不同，民國42年 7 月21日在嘉義棉麻試驗分所工作站隨機抽樣鐘麻1530株，採得粟螟之卵塊98個，依其產卵之位置與頂芽之距離，歸納成表 4 ，就表列數字看出，粟螟之卵塊在鐘麻上多數分佈於距離頂芽15-45cm之葉面。

表 4　卵塊在鐘麻葉面上之分佈位置　（民國42年）

葉面距頂芽之高度(cm)	採得卵塊之數目（個）	佔總卵塊數目之%	備註
0 — 14.9	15	9.2	鐘麻之一般株高爲1.5公尺
15 — 29.9	57	35.0	
30 — 44.9	73	44.8	
45 — 59.9	18	11.0	
總數	163	100.0	

(C) 卵期，孵化率，不受精卵及其天敵：粟螟卵之歷期爲 2-7 日，多數爲 4 日，平均爲 2.8-5.3 日，見第5表。卵之孵化率極高，可達 100 %，未見有不受精卵及任何自然敵害。Hergula 氏[32]1930年記錄在捷克斯拉夫所發現卵之不受精現象，在本省之觀察結果，除本節B項試驗故意防碍其交尾之特殊情形外，從未發現。Kozhanchikov 氏[43, 44, 45]1936-38 年發表，防碍粟螟卵孵化之溫度極限爲 9°C 以下，35°C以上；最低濕度極限爲75%以下。Jones、Walker 及Anderson 三氏[36]1939年記敘在玉米上之觀察結果及 Laduizhenskaya 氏[52]1937年記敘在大麻上之觀察結果，均發現高溫乾燥之氣候，能促進粟螟卵之死亡。此外 Springer 氏[79]1930年發表粟螟之卵經紫外光之照射，可促進其死亡。在本省經 5 年來之觀察，粟螟卵在鐘麻上之孵化率很高，此或由於本省之平均溫度及濕度均較高，而且鐘麻之莖葉密集，螟卵不易直接受日光照射之故。

表 5　卵之歷期

調查時期	在鐘麻上發生之代數	觀察卵數	卵之歷期（日）		
			最短	最長	平均
民國42年 5 月中下旬	1	135	3	6	5.3
7 月中下旬	2	156	2	4	3.7
9 月上中旬	3	94	3	7	4.8
民國44年 7 月中旬	2	38	2	3.5	2.8

(3) 幼蟲：

(A) 外部形態簡述：粟螟幼蟲之體長及顏色受食料之影響極大，經隨機抽樣50頭幼蟲，重複 2 次之觀察結果，蛀食蒴果者至一齡末期其平均體長爲 6.8-7.0mm，蛀食莖株者，其平均體長爲 4.6-5.0mm，而取食葉面者其平均體長僅爲 3.7-4.9mm。至於體色受食料之影響更大，蛀食莖株及蒴果者呈黃白色，其糞便爲棕黃色，咬食葉面者呈綠色，其糞便爲黑棕色或黑綠色。

老熟幼蟲之大小：以50頭幼蟲之觀察結果，其體長爲 9.0-21mm，平均爲 19.1mm；寬爲0.7-2.3mm，平均爲 1.7mm。老熟幼蟲將屆化蛹時，食慾減退，其體長平均縮短 2-3mm。體呈圓筒形，灰白色或乳白色，有時並着微綠色，背部斑紋多爲暗褐色。體生微細之粒狀突起 (tubercle)，此等突起在中線 (median line) 部位着生最密。頭部呈濃褐色；大顎(mandible) 略呈方形，生有五齒 (teeth)。前楯片(pro-scutum)呈淡棕色，並生暗褐色斑紋；尾部楯片(anal shield) 淡黃色或濃黃色，並生有灰色斑紋。乳狀突起 (papilla)甚大，呈卵圓形，亦爲淡棕色。胸足 (abdominal leg) 淡黃白色，爪 (claw) 棕色，僞足之小鈎 (crochet) 分三種長度，交互

排列。氣孔 (spiracle) 呈橢圓形；見圖Ⅱ-3。

(B) 幼蟲之脫皮次數及歷期：粟螟幼蟲多爲5齡，但在飼育籠中亦曾發現有2隻爲6齡者。幼蟲多數在第2齡期以後潛入莖中，故對於脫皮之觀察頗不容易，每次檢查時需將麻莖剝開，觀察完了以後再將麻莖密合，用細絲線束結。在此種操作中必然干擾幼蟲之安寧，乃至影響其正常之生活現象，而且粟螟幼蟲十分活潑，爬行能力很强，當其發現所居洞穴，被破壞以後，有時則迅速吐絲密結，封閉洞口，有時卽逃逸無踪；民國42年利用鐘麻爲寄主，曾飼育粟螟達3代，前後共計飼養進入莖中之第二齡幼蟲達220條，但能完成化蛹者僅有34條。

幼蟲在脫皮前之第2天食慾驟增，但至脫皮之前1日多已不再取食，卽或取食亦爲量甚少。此時往往爲尋覓適宜之脫皮處所而行遷移。3-4齡幼蟲，有時移至葉面，在捲葉中脫皮。脫皮以後，食慾加强，第1齡幼蟲及在捲葉中脫皮之第2齡以上之幼蟲，脫皮以後，稍事休息卽覓得適宜部位蛀入莖髓或蒴果中。

表 6　幼蟲之歷期

調查時期	在鐘麻上發生之代數	齡期	觀察蟲數	幼蟲之歷期(日) 最短	最長	平均
民國42年5月下旬至7月中旬	1	1	125	6	8	7.7
		2	98	5	7	6.9
		3	81	5	6	5.7
		4	47	4	6	5.7
		5	16	5	6	5.8
8月上旬至8月下旬	2	1	140	5	6	5.8
		2	63	5	7	6.5
		3	58	5	7	6.6
		4	37	3	7	6.7
		5	11	5	7	6.7
9月中旬至10月下旬	3	1	106	5	7	6.4
		2	59	6	8	7.3
		3	43	6	9	7.5
		4	26	6	9	7.4
		5	7	7	9	6.9

幼蟲多在晝間脫皮，脫皮之程序，首在頭部延前區 (frons) 之頭蓋縫主幹 (coronal suture)部位，發生褐色弧形之裂痕，再經2-4小時卽入於休眠狀態，胴部(trunk)伸直，頭部仰起，脫皮時舊皮沿裂跡裂開，新頭卽自破口伸出，蟲體收縮廻轉蠕動，逐漸由裂隙中爬出，舊皮則留於體後；脫出之新蟲，體極柔軟呈淡黃白色，身體緊縮，靜止約1-3小時後才開始爬動。

幼蟲之歷期：在正常環境中，加害鐘麻之粟螟幼蟲，其歷期一般爲22-42日，平均爲31.8-35.5日；但其幼蟲期歷時之長短，受溫度以及食料供應等之影響極大，據調查在同一環境中用鐘麻飼育之幼蟲其歷時較用玉米飼育者約提早達4-7天；又自第6表看出，生於早春及晚秋之幼蟲其歷期較長，而生於夏季者其歷期較短。在鐘麻上各齡期之歷時爲3-9日，因無法使在同一時期中飼養各種齡期之幼蟲，故未能正確比較，自第6表看來，除第1第3兩代幼蟲，受變溫之影響其各齡之歷期有所不同以外，在8月間所發生之第2代幼蟲，其各齡期之歷時並無十分明顯之差別。

(C) 一般習性：

a. 自孵化至蛀入莖中以前：卵粒成熟以後，依照成蟲產出時之順序作有規律之孵化。孵化之歷時因卵粒之多少及成蟲產卵時之快慢而定，一般可自30分鐘至4小時，平均爲2小時又20分鐘。卵之孵化多在晝間，其時刻頗不一致，自早晨7時至下午8時都可能孵化。

初孵化之幼蟲在卵塊旁停留10分鐘至半小時後，開始分散，爬行或垂絲藉風力之飄散而轉移麻株。Hergula、Vouk 二氏[30]1928及 Neiswander、Savage 二氏[64]1931年之觀察，亦發現相同之事實。此初孵化幼蟲在葉背之葉脈下結網隱居，咬食葉面，並將身體伏於食入之凹陷中，被害葉面僅留上表皮，形成半透明之點刻，經過 1 日以後其黑色之糞便，與絲網相粘結，頗易查覺，此時幼蟲之食量雖然不大，但因蟲數頗多，故被害部分仍易於察見；經 3-4 日後其食慾漸增，取食多量之葉肉，並略食葉脈。在鐘麻成長以後，葉面之組織粗老，幼蟲多集中於花瓣、花托或蒴果上，取食其表面組織、花粉及其分泌液，有時將身體粘在分泌液中，不能自拔而死。被害之花朵常致早期脫落，隨同落下之幼蟲，待花瓣腐爛或乾燥時即行爬出，在觀察中曾見其在潮濕之土塊中爬行達3小時，最後找到麻株停留於上部之新鮮葉面上。

b. 鑽入組織以後：幼蟲孵化以後經過 2-10日，平均經過 6-8 天，在第 2 齡幼蟲形成以後之第 2 日，開始蛀入莖中，其蛀入之方法，多在葉柄與莖株交界部分之上位咬一小洞而鑽入，見第 7 表。Andreeva 氏[1]1930年觀察粟螟幼蟲加害大麻時，亦有相同之蛀莖方法。其蛀孔洞口之直徑平均爲 0.9-1.8mm，其位置則多在麻株上端接近頂芽部位，在6月間，鐘麻株高爲1.5公尺左右時，其蛀孔多分佈於距離頂芽 30cm 以上之莖株上，麻株增長以後，幼蟲自孔中爬出，

表 7　幼蟲在鐘麻莖株上之蛀孔位置　（民國44年6月）

蛀孔位置	蛀孔在葉柄着生部位之				合計
	上面	下面	側面	正中	
株數	61	14	24	14	113
百分率	54.0	12.4	21.2	12.4	100

仍在接近頂芽之莖株上另蛀新孔。民國42年6月24日至7月29日在雲林縣東勢鄉調查田，就其新蛀孔在麻株上之分佈情形調查4次，將各次調查之結果整理成第8表，自表中數值看出，粟螟幼蟲蛀孔位置之平均值，係分佈於距離頂芽30cm以上之莖株上。

幼蟲鑽蛀麻莖所需之時間，因蛀食部位及麻株之生長程度而不同，一般在靠近上部比較幼嫩之稍頭部位，幼蟲開始蛀莖至蟲體完全鑽入莖中，其所需之時間爲20-60分鐘，平均爲30-40分鐘。此項觀察結果與 Rumyantzev 氏[72]1937年在大麻上之觀察結果不同，據該氏記叙，粟螟幼蟲在大麻上自開始蛀莖至完全鑽入莖中，其所需之時間爲半日到數天。

表 8　幼蟲在鐘麻上各時期蛀孔與頂芽之距離　（民國42年）

調查日期		6月24—26日				7月9—10日				7月14—16日				7月27—29日			
一般株高(公尺)		1.3				1.8				2.0				2.1			
項別		調查株數	最近	最遠	平均	調查株數	最近	最遠	平均	調查株數	最近	遠最	平均	調查株數	最近	最遠	平均
			cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm		cm	cm	cm
調查地點	東勢鄉蕃子寮(Ⅰ)	131	頂端	24	7.1	120	1.0	17.5	11.2	200	5.0	83.0	28.0	145	9.5	60.0	28.9
	東勢鄉蕃子寮(Ⅱ)	145	4.0	15.5	7.4	152	6.5	12.5	9.5	239	1.0	65.0	25.8	542	5.0	53.0	26.0
	東勢鄉劉厝庄	382	2.5	30.0	10.7	101	12.5	28.0	19.2	239	1.0	26.7	25.7	167	2.0	56.0	25.9

初蛀幼蟲之隧道方向不定，或上或下或圍繞於表皮與莖髓之間，至第 3 齡期以後，其隧道乃僅有上下方向。其蛀食量因幼蟲大小及蛀食部位而不相同，若以蛀食之深度計算，初蛀莖中之第2齡幼蟲，每日間可以蛀入1.5-2.5mm，平均爲1.7mm；3齡以上之幼蟲，其食量增加，每日

蛀食之平均長度爲5-80mm，平均爲26mm[註3]。幼蟲之取食能力很强，在42年7月16日，自田中採得第5齡幼蟲1頭，及長約5cm之被害莖與另外5條蛹，同放入一指形管中，經過2日後，此蟲食盡蟲蛹及枯乾之莖髓，並在原來之莖穴中，吐絲結繭，準備化蛹。

幼蟲蛀入莖中以後，隨時將蛀下之髓屑拋至莖外，堆積洞口；第3齡以上之幼蟲，其蛀食能力逐漸加强，鑽入莖中以後，經過2分鐘，洞口之碎屑卽積聚成堆；此種堆積物漸漸與幼蟲之糞便舊絲及麻莖之分泌液等粘爲一團；該堆積物初爲新鮮之乳白顏色，2-3日後變爲褐色，5-6日後逐漸乾燥而變成棕褐色。

幼蟲在莖穴中停留之方法，有一共同性，卽幼蟲之頭部有朝向孔口之習性，若蟲體在孔口以下，則其頭部必向上，若蟲體在孔口以上，則其頭部必朝下。據室內及田間之調査結果，停留於孔口上方而頭部向下之情形較多，如第9表所示。在莖中取食情形亦頗有規律，幼蟲蛀入莖中以後，略微休息，多繼續向上方嚙食，經過45分鐘至1小時左右，卽行停止，此時頭部轉向下方，將尙未推至孔外之髓屑嚙至洞口，然後潛居莖中，休息達4小時以上，再向孔口下方蛀食，隨後再將髓屑拋至莖外，在洞口下方稍事休息，卽繼續向孔口之上方食害，最後頭部向下停留於孔口上方之莖穴中，作較長時間之休息。見圖II-4。

表 9　幼蟲在鐘麻莖中之頭部方向　（民國42年）

調查日期	6月24—26日				7月14—16日				7月27—29日			
項別	總蟲數	頭部方向	蟲數	%	總蟲數	頭部方向	蟲數	%	總蟲數	頭部方向	蟲數	%
田間調查（東勢鄉）	46	橫	5	10.9	61	橫	0	0	55	橫	1	1.8
		上	11	23.9		上	24	39.3		上	24	43.6
		下	30	65.2		下	37	60.7		下	30	54.5
飼育觀察（臺南）	——				36	橫	0	0	36	橫	0	0
						上	11	30.6		上	10	31.3
						下	25	69.4		下	26	81.2

至鐘麻蒴果形成以後，第2齡以上之幼蟲多從子房基部或蒴果之柔嫩部位蛀孔鑽入，同樣將粉狀細屑及糞便堆積孔口，並與蒴果之分泌液相粘合，頗易査覺，鑽入之幼蟲向內蛀食卽穿入幼嫩之種子。

粟螟幼蟲在每株鐘麻莖中之寄生數目多爲1頭，民國42年6月24日至7月29日在雲林縣東勢鄉進行調査之結果，歸納成第10表，就表列數值看出，每莖寄居幼蟲之數目爲1頭者有58.8-76.7%；在3頭以上者始終未經發現；又2頭或3頭之中齡以上幼蟲寄生在同一麻莖時，均各據巢穴，決無混居於同穴之可能。

表10　幼蟲在被害莖中之密度　（民國42年）

每莖中之幼蟲數目（頭）	6月24—26日		7月14—16日		7月27—29日	
	株數	被害株%	株數	被害株%	株數	被害株%
1	25	73.5	30	58.8	33	76.7
2	6	17.6	16	31.4	8	18.6
3	3	8.8	5	9.8	2	4.7
總株數	34	100.0	51	100.0	43	100.0

註3　第3齡以上幼蟲在遷移爲害時，常在莖株上咬一孔洞，但不蛀入卽另行遷移，此類蛀穴不能視爲蛀孔，故不計算在內。

c.　幼蟲之遷移習性：初齡幼蟲在未蛀入莖髓以前極不活潑。至第 2 齡以後，其活動能力逐漸加强，脫皮之前 1-2 天尤其活潑，往往在遷移之後，另蛀新居，再行脫皮，但在脫皮期中及脫皮前後5-20小時，決不爬動，也不取食。至第3-4齡幼蟲則更爲活潑，動作敏捷，遷移能力極强。第 5 齡幼蟲其食量減少，發育停止，活動能力亦漸減退，此時卽少有遷移現象。在飼育觀察中，幼蟲之一生可遷移3-20次，多數遷移5-9次，平均爲7.5次。又自第11及第18兩表看出田中調查之結果，在同一世代中幼蟲之密度終不見增高，而被害之莖株確逐漸加多，此當係由於幼蟲之遷移所致。至其遷移之原因，實難於確實判定，據推測其可能之原因有以下四點：

（i）　麻株枯萎，莖髓乾燥，不易蛀食，在觀察中曾將中齡之幼蟲移至被害枯萎麻莖之舊穴中，未久卽再行逃逸，故麻莖枯萎可以促使莖中幼蟲之遷移。

（ii）　粟螟幼蟲性喜安靜，在觀察中發現逃出之幼蟲往往鑽入有幼蟲寄生之洞穴中，擾亂洞中之安寧，至促成莖中幼蟲之遷移現象。

（iii）　鑽入莖中之幼蟲若蛀孔太長時，有莖屑、糞便、脫下之舊皮及廢絲等積留於莖中，妨碍其行動，亦可造成莖中幼蟲之遷移。

（iv）　鐘麻並不適合於大型幼蟲之寄生，在觀察中發現有些幼蟲在莖株上咬成圓孔，但沒有完全鑽入之前卽行遷移，有時在新蛀之孔穴中停留 1-2 小時，卽再遷移，就此種現象推想，在臺灣鐘麻可能並非粟螟幼蟲頂適宜之寄主。Andreeva 氏[1]1930年在俄國及 Hergula 氏[31]1930年在捷克斯拉夫之觀察結果，發現該蟲在大麻及玉米上亦有遷移之習性。又 Neiswander 及 Savage 二氏[64]1931年發表，促成粟螟幼蟲遷移之原因有三：第一、擴展族羣；第二、尋求豐富之食料；第三、不適當氣候之影響。據民國 42-44 年在鐘麻上飼育觀察結果，氣候變化與粟螟幼蟲遷移之關係，並不重要，因各蟲之遷移時間極不整齊，可知其遷移習性並非受同一氣候環境之影響所促成者。

表11　幼蟲在田間之密度　（民國42年）

調查日期		6月24—26日			7月9—10日			7月14—16日			7月27—29日		
項別		調查株數	蟲數	%	調查株數	蟲數	%	調查株數	蟲數	%	調查株數	蟲數	%
調查地點	東勢鄉番子寮(I)	131	21	16.0	120	6	5.0	200	22	11.0	145	17	11.7
	東勢鄉番子寮(II)	145	10	6.8	150	3	1.9	239	22	9.1	542	18	3.3
	東勢鄉劉厝庄	382	15	3.9	101	4	3.9	239	17	7.1	167	20	11.9

幼蟲遷移之方法：幼蟲自孔中爬出以後，多沿主莖向上爬行，往往卽在同一莖株上，另蛀新孔鑽入。有時則藉密集之麻葉移至別株，繼續向上爬行，待爬至頂芽以後，卽折回向下方爬行，多數往返 1-2 次後，卽選擇適宜部位，將莖皮咬破，蛀成圓孔，將頭部鑽入，向上蛀食，此時蟲體呈"L"形，直至全身鑽入爲止。

(D) 鐘麻被粟螟幼蟲加害之狀況：關於鐘麻被粟螟幼蟲加害之狀況，除 Durnovo 氏[21]1933年之論文中有簡單之描述外，未見有其他記載。據民國 42-45 年之觀察結果，鐘麻被粟螟加害之最嚴重時期，爲鐘麻之栽培初期，當株高約爲1.5-2公尺時，其被害情形最爲嚴重。第2齡初蛀莖中之幼蟲，體軀尙爲微弱，常不能直接蛀入髓中，而僅在表皮與心髓之間作成彎曲之隧道，被害株之維管束被切斷，自蛀孔以上之稍頭部分當天卽可發現「枯萎倒頭」之現象，見圖II-5。至於幼蟲直接蛀入莖髓者，依照幼蟲之大小，及蛀食之部位而有不同，一般經過 2-6 天，始見萎枯。三齡以上之幼蟲食量增大，活動能力加强，被害莖株多數經過 2-3 天卽至枯萎。及至 7 月中

旬以後，鐘麻生長已達相當程度，對於蟲害已有抵抗能力，有時在同一麻株上，雖然發現數個蛀孔，然而被害株仍然生長旺盛，若不遇重大風患，則不致枯萎折斷；但有時被害部位之組織廣大，癌結硬化，甚或表皮破裂，而降低纖維之品質。民國42年7月13日在農業試驗所棉麻試驗分所嘉義工作站鐘麻田中之調查結果，被害株在同一莖上可以發現1-5個蛀孔，多數爲2-3個，平均2.6個，如第12表所示，按該調查田被害株佔總株數之45%，見第16表，但麻作之生長仍然極爲旺盛，可知在麻株成長以後，即使有粟螟幼蟲之加害，亦不致使之枯萎或死亡。

表12　每麻莖之蛀孔數目　（民國42年）

每莖上之孔數（個）	株　　數	佔總株數之（%）
5	4	4
4	10	10
3	40	40
2	36	36
1	10	10
總　　數	100	100

此外在未經蛀入莖中以前之初齡幼蟲則集中食害葉肉、花瓣、柱頭以及蒴果，除影響被害部分使之早期脫落外，並妨碍花粉之受精作用，造成不孕種子。幼蟲漸長達第2齡期時，即開始蛀入果中，被害之果實，一面分泌粘液，一面迅速腐爛而變成褐色；至第3齡以上幼蟲之爲害尤烈，其蛀入果中以後1-2日，即可將該果蛀食一空。

(E) 粟螟幼蟲之死亡率及其自然敵害：粟螟初孵化幼蟲，除在開花期間，可立即隱入花瓣中爲害以外，多不能立即潛入麻莖，僅停留於麻葉之背面，在此段時期中，其死亡率極高。民國42年6月在棉麻試驗分所嘉義工作站鐘麻試驗田中，以43個卵塊，共1500餘粒[註4]施行人工接種，經過二週以後，其能蛀入麻莖者僅有134條，可知初孵化幼蟲之死亡率極高，至其死亡原因，歸納前人之論述可得以下三點：

a.　不良氣候之影響：Caesar 氏[8]1925年及 Painter、Ficht 二氏[66]1925年分別敘及强風、暴雨及溫度、濕度之變化均能促使粟螟初孵化幼蟲之死亡。Barber 氏[3]1929，Hergula 氏[32]1930，Ficht 氏[23]1931，Caesar 氏[10]1933，Laduizhenskaya 氏[50]1935，同氏[52]1937，Kozhanchikov 氏[44]1937及 Jones、Walker、Anderson 三氏[36]1939年先後發表高溫、乾燥之氣候能促進粟螟幼蟲之死亡。

b.　機械作用之影響：Painter 及 Ficht 二氏[66]1925 年記載粟螟之初齡幼蟲，有時受葉面磨擦，或落於地面之幼蟲，無力找尋幼嫩之植株而死亡。

c.　食料之影響：Laduizhenskaya 氏[51]1936 年在大麻上之觀察結果，謂粟螟之第一齡幼蟲，因無力蛀入麻莖，而致增加其死亡機會。Kozhanchikov 氏[45]1938，及Bottger 氏[7]1940年用不同植物飼育粟螟幼蟲，其死亡率亦有極大之差别。

幼蟲至蛀入莖中以後，其自然死亡率並不高，自民國42年6月24日至7月29日，在雲林縣東勢鄉調查田中，前後共調查幼蟲175條，其中死亡幼蟲僅有14條，相當總蟲數之8%。又在同年5月至10月，前後飼育潛入莖中之第2齡幼蟲220條，其中遷移時逃亡失踪者有186條，而中途死

註4　詳確數目未能計算清楚。

亡者僅有28條，其中3條係被偶然闖入之螞蟻咬死，15條係粘在蒴果之分泌液中致死，其餘10條係被一種菌類之寄生而死。至於幼蟲之寄生蜂類則從未發現。Hergula氏[31]1930年發表，在捷克拉斯夫之觀察結果，認爲粟螟幼蟲在遷移時其死亡率極高。據觀察粟螟幼蟲在遷移時，需要經過一段時間之爬行以後，始行蛀入莖中，故在分離飼養時，雖用多種方法，仍未能控制，使其不至逃失，但在田間該等遷出之幼蟲，並非具有如此高度之死亡率。民國43年8月22日自嘉義縣溪口鄉採集老齡幼蟲56條，8月23日携至臺北在農業試驗所中預先準備之鐘麻上[註5]飼放，經過3日後自該等麻莖中，剖莖收回幼蟲54條，僅有2條遺失，按臺北農業試驗所鐘麻之栽種面積極小，亦無粟螟發生，故可斷定本試驗自田中所收得之幼蟲當係於3日前所釋放者，可知遷移中之粟螟幼蟲若不遇風雨襲擊其死亡率當不至太高。此外Barber氏[3]1929年發表在美國之觀察結果，證實在高温乾燥之季節中，將屆化蛹之幼蟲，比初齡幼蟲，更易於死亡，此點在觀察中，始終未經發現，故可判定在本省並無此類事實。

（4）蛹：

(A)外部形態簡述：蛹之身軀亦因性別而不同，經以雌雄蛹各50頭之觀察結果，雌蛹之身軀較大，體長12.0-16.3mm，平均13.2mm；體寬3.1-4.5mm，平均3.7mm。雄蛹體長9.0-14.5mm，平均12.0mm；體寬2.8-4.4mm，平均3.7mm。體呈棕褐色，胸部背面之顏色較深，頭尾兩端之顏色更深，呈濃褐色，或黑褐色。翅、小顋及中後足之長度大概相同，均達第4腹節之中段或中後段；前足僅及頭部與翅尖距離之半，後足隱於中足之下；觸角之末端較翅尖略短；後翅前緣略微露出，在靠近基部部位之露出較多。腹節向後逐漸削瘦；第1-7腹節背面，具刺毛(setae)二列；氣孔小，卵圓形，呈濃褐色，或黑褐色；尾刺(anal stylet)極明顯，黑褐色，末端生小鈎(hook)5-8個；兩性生殖孔均爲縱裂之小溝，雄蛹之生殖孔位於第7節氣孔之前方，而雌者則位於該氣孔之後方。見圖II-6。

(B)蛹之生成及其位置：老熟幼蟲在化蛹前1-3日即靜止不動，身體緊縮，此爲預蛹期(pre-pupa stage)。在預蛹期以前，先爬至莖穴之中央，停於接近洞口部位，有時洞口積塞，或距離洞口較遠時，即另嚙一羽化孔，並吐絲將其封閉。其停留之方法多數頭部向下，吐絲頂墊，少數頭部向上，吐絲纏繞作成薄繭，幼蟲即在其間化蛹，所脫之皮即留存於蛹之末端。初變成之蛹，其身體較大，呈黃白色，背線呈淡紫色，經過70-90分鐘後，逐漸變爲赤褐色，再過3-4小時，身體縮小，蛹形固定。至於化蛹之場所，一般多在老熟幼蟲之原莖中，但有些幼蟲在預蛹期以前，亦有遷移情形，唯此種現象並不甚多，遷出之幼蟲，爬行於莖株上，有時鑽入不甚枯乾之舊洞中，有時則另蛀新孔，其蛀孔之位置，與一般情形相同。民國42年在室內飼育觀察中，曾有2條幼蟲在捲葉中化蛹，但此種情形在田間則絕無僅有。

(C)蛹之歷期：幼蟲化蛹以後，至羽化所需之日數爲4-10日，平均爲6.5-7.5日，如表13所示。

表13 蛹之歷期

調查時期	在鐘麻上發生之世代數	化蛹數目	蛹之歷時（日）		
			最短	最長	平均
民國42年7月中旬	1	30	5	10	7.5
8月下旬	2	34	4	9	7.2
10月下旬	3	35	6	10	6.8
民國44年7月中旬	1	65	4	9	6.5

註5 該麻田爲6行，120株，面積15m²，飼放時株高2—2.4m；該試驗進行時天氣晴。

(D) 蛹之死亡率及其自然敵害：據民國42及44年 7-8 月間，在臺南棉麻試驗分所及嘉義棉麻試驗分所工作站之調查結果，發現粟螟之蛹，被一種姬蜂 (*Xanthopimpla stemmator* Thunberg) 所寄生，其寄生率為 12.1-26.2 %，如第14表所示。按楚南仁博氏[73]1929，Cartwright 氏[12] 1933及 Clark 氏[15]1934年即曾有關於此種姬蜂在臺灣寄生於粟螟蛹體之記錄，除此之外並未見有其他自然敵害。

表14 蛹寄生蜂 *Xanthopimpla stemmator* 之寄生率

調查時期及地點		調查蛹數目(條)	被害寄生蛹數目(條)	寄生率(%)
民國42年7—8月	臺南	168	35	20.8
	嘉義	65	17	26.2
民國44年7--8月	臺南	224	27	12.1

(5) 生活史及一年間之世代數目：

鐘麻粟螟在田間之發生情形及一世代之歷期，很難作十分準確之觀察，因其幼蟲期之大部時間，潛居於麻莖中，而且其幼蟲及成蟲之活動能力很强，不易作連續之觀察，故此項調查，除於民國42-45年間，在鐘麻栽培季節中作定期之調查以外，並於42年5-10月，在臺南棉麻試驗分所作養蟲籠飼育觀察，茲將室內及田間觀察結果，分別報告如下：

(A)一世代之歷期：據民國42年5月25日至9月12日，在臺南棉麻試驗分所，用養蟲籠分別飼育觀察之結果，其每一世代之歷時為30-53日，多數為 43-48日，平均為46.7-48.3日，如表15所示。

表15 一世代之歷期 (民國42年室內飼養結果)

在鐘麻上之世代數	觀察日期	完成整個世代之觀察蟲數	歷期(日)			
			最短	最長	多數	平均
1	5月25日至 7月23日	15	35	53	43—49	48.3
2	7月17日至 9月12日	18	30	50	45—48	46.7

(B) 一年間之世代數及加害鐘麻之時期：關於粟螟在臺灣一年間所發生之世代數目，過去尚少為人所注意，只有 Clark 氏[15]1934年作不甚詳確之記錄謂：粟螟在臺灣年生 3 代以上。據民國 42-45 年之觀察結果，為害玉米及鐘麻之粟螟，在本省嘉義、臺南地區，多年生 5 代，因本省中南部之冬季溫度較高，故除在 1-2 月間粟螟幼蟲在玉米上移向靠近地面部位加害以外，並無固定之越冬現象。在鐘麻生長季節中，多數發生2代；採種田中，可以發生不完整之第3代。民國42年在飼育籠中之觀察結果，其詳細情形如第16表所示：

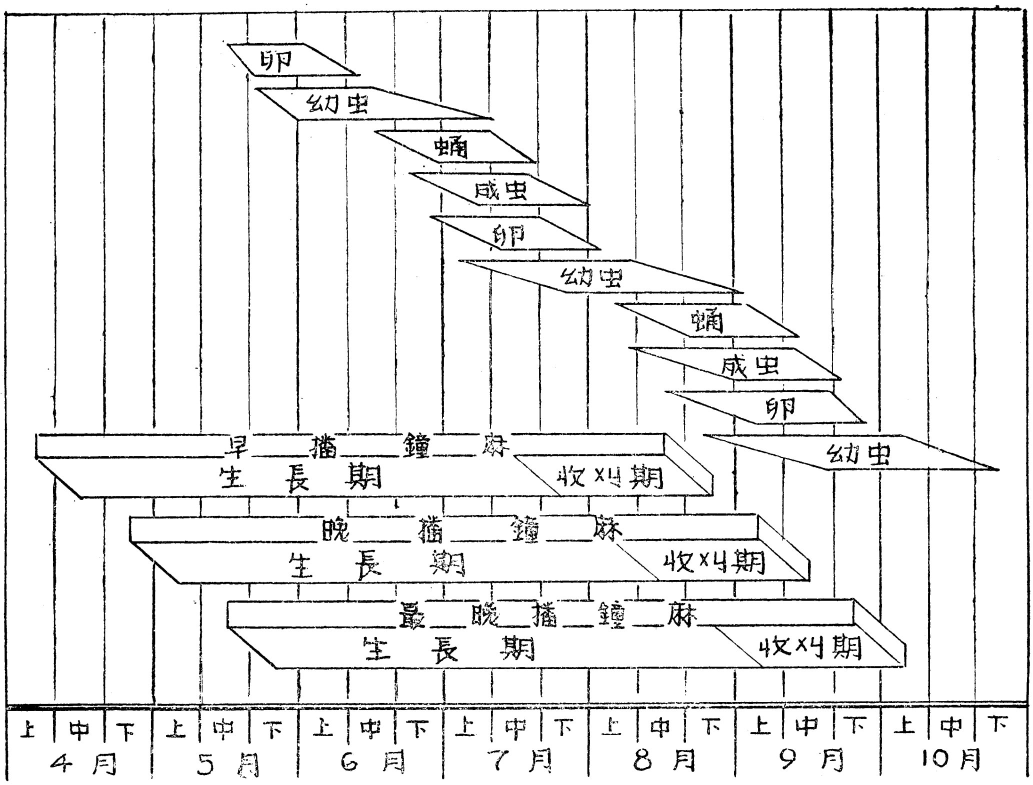
因粟螟之食性複雜，而在臺灣終年都有發生，故各世代發生時期之早晚相差很大，此種情形在終年栽植玉米之區域中，尤其明顯，第16表係在飼育籠中所得之結果，實際上，在田間並不如此整齊，往往在同一時期之內，可以發現數種不同之蟲期。茲將民國42年5月至45年8月在嘉義及臺南兩縣田間調查之結果，就粟螟在鐘麻上各世代之發生時期歸納成第 I 圖。

表16　室內飼養各世代之發生時間　（民國42年）

在鐘麻上之世代數	卵			幼蟲			蛹			成蟲		
	初期	盛期	末期	初期	盛期	末期	初期	盛期	末期	初期	盛期	末期
Ⅰ	Ⅴ，25	Ⅴ，29 -Ⅵ，6	Ⅵ，13	Ⅴ，30	Ⅵ，7 -9	Ⅵ，19	Ⅶ，8	Ⅶ，11 -14	Ⅶ，17	Ⅶ，14	Ⅶ，19 -21	Ⅶ，23
Ⅱ	Ⅶ，17	Ⅴ，18 -20	Ⅶ，24	Ⅶ，22	Ⅷ，30 -20	Ⅷ，31	Ⅷ，25	Ⅷ，29 -Ⅸ，3	Ⅸ，8	Ⅸ，2	Ⅸ，9 -11	Ⅸ，12
Ⅲ	Ⅸ，9	Ⅸ，31 -17	Ⅸ，19	Ⅸ，15	Ⅸ，28 -Ⅹ，13	Ⅹ，26	（註6）					

鐘麻被粟螟加害程度，在鐘麻之栽培初期（約相當播種後之45-75天左右），最爲嚴重，自第Ⅰ圖可以看出，4月上、中旬播種之鐘麻，在5月下旬至6月中旬，被害最烈；4月下旬播種者，在6月中旬至7月上旬，亦可能遭受侵害，此種情形在雨水充足，灌溉便利地區，鐘麻之生長迅速，其遭受侵害之可能性尤大；至於5月上旬以後播種者，可以躲避5-6月間在鐘麻上所發生之第1代粟螟幼蟲，但不能避過7月中旬至8月上旬在鐘麻上所發生之第2代粟螟幼蟲之襲害；殆至7月中旬以後，鐘麻之生長已達相當程度，故縱有粟螟加害，亦不至達到廢耕程度。故鐘麻被粟螟加害之程度，就播種期而言，早播種者其被害較重，遲播者其被害較輕，此係由於播

圖Ⅰ　粟螟在鐘麻上之發生情形　（民國42-45年）



註6　10月26日以後麻株已枯老，不能繼續觀察。

種早者，至第1代成蟲發生時其植株發育較高，適於成蟲產卵所致。Cutright、Huber二氏[19]1928；Caesar 氏[9]1929，Kunike 氏[48]1930，Hergula 氏[33]1932，Schlosberg、Mathes 二氏[74]1937，及 Cory、Graham、Ditman 三氏[17]1942 年在玉米上之觀察結果，亦見有相類似之事實。

表17　鐘麻粟螟發生區域之作物種類

年份	縣別	地點	面積(ha)	播種期	粟螟發生時期	被害程度(%)	該地區中之主要作物種類：前期作物	該地區中之主要作物種類：現植作物	調查田業主：姓名	調查田業主：住址
民國四十二年	雲林	崙背鄉港尾村	0.16	4月上	6月中	10	玉米、青皮豆、田菁、甘藷、甘蔗、花生。	水稻、甘藷、甘蔗、花生、棉花、黃麻、鐘麻。	廖辛錦	港尾村6鄰
		東勢鄉蕃子寮	0.34	4月下	6月中	30—40	玉米、棉花、花生、甘蔗、甘藷。	棉花、花生、甘蔗、甘藷、水稻、黃麻、鐘麻。	黃文斗	東勢鄉
		劉厝庄	1.04	4月下	6月中	38				
		東南村	0.24	4月上	6月中	15				
	臺南	臺南分所	—	5月下	6月下	18	水稻、甘蔗、花生、蔬菜、胡麻、豆類。	玉米、棉花、水稻、蔬菜、甘蔗、甘藷、花生、黃麻、鐘麻。		臺南市
		新化分所	—	4月下	6月下	13	玉米、水稻、甘藷、甘蔗、田菁。	甘藷、甘蔗、水稻、陸稻、蔬菜、黃麻、鐘麻。		新化
		后壁鄉嘉田村	0.2	4月上	—	0	水稻、陸稻、甘藷、甘蔗、青皮豆、蕃子豆。	水稻、甘蔗、黃麻、鐘麻。	賴金炳	嘉義村114號
民國四十三年	彰化	田中鎮	0.8	4月上	5月下	20	水稻、甘藷、花生、玉米（少數）、	水稻、高粱、黃麻、鐘麻。	陳慶南	砂侖里182號
		埤頭鄉	0.1	4月上	5月下	10	玉米、甘蔗、甘藷、水稻。	水稻、高粱、黃麻、鐘麻。	吳婧蜓	中和村70號
			0.3	4月上	5月下	35			江　皮	中和村106號
		溪州鄉	0.1	4月下	6月上	30	甘蔗、甘藷、水稻、亞麻、玉米。		劉　秀	尾厝村中通路8號
			0.2	4月上	5月下	10		水稻、甘蔗、高粱、黃麻、鐘麻。	謝坐盈	溪厲村7號
	嘉義	溪口鄉	0.2	4月上	5月下	10	玉米、水稻、甘蔗、甘藷、蔬菜、花生。	甘蔗、甘藷、花生、黃麻、鐘麻。	王龍珠	柴林村7號
民國四十四年	彰化	田中鎮	0.8	4月上	—	0	水稻、甘藷、花生。	水稻、高粱、黃鐘、鐘麻	陳慶南	砂侖里182號
		埤頭鄉	0.1	4月上	—	0	甘蔗、甘藷、水稻。	水稻、玉米(少數)、高粱、黃麻、鐘麻。	吳婧蜓	中和村70號
			0.3	3月下	5月中	10	玉米、甘蔗、甘藷、水稻。	水稻、甘蔗、高粱、黃麻、鐘麻。	江　皮	中和村106號
		二林鎮	0.5	4月下	5月中	9	水稻、甘蔗、甘藷、花生、玉米、間作亞麻。	花生、甘藷、高粱、甘蔗、黃麻、鐘麻。	陳水源	香田里中央路18號
			2.0	4月下	5月中	2			黃　盛	〃
		溪州鄉	0.1	4月下	—	1	甘蔗、甘藷、水稻、亞麻、玉米。	水稻、甘蔗、玉米、高粱、黃麻、鐘麻。	劉　秀	尾厝村中通路8號
			0.2	4月上	—	0			謝坐盈	溪厝村7號
			0.1	4月上	—	0			林新添	溪厝村16號
			0.1	4月上	—	0			吳江池	溪厝村11號
	雲林	元長鄉	0.2	4月中	5月下	9	水稻、甘蔗、甘藷、花生、玉米、蔬菜(洋葱最多)、棉花。	甘蔗、甘藷、花生、蕃仔豆、棉花、黃麻、鐘麻。	姚　頭	內寮村2號
			0.2	4月中	5月下	31			吳聯對	客厝村21號
	嘉義	溪口鄉	0.2	4月上	5月下	7	水稻、甘蔗、甘藷、花生、玉米。	甘蔗、甘藷、花生、黃麻、鐘麻。	王龍珠	柴林村7號
			0.3	4月上	5月下	4			楊進國	木厝村本廳8號
	臺南	後壁鄉	0.6	4月上	—	0	水稻、甘蔗、玉米。(註7)	甘藷、水稻、甘蔗。	莊振祥	嘉民村201號
		白河鎮	0.2	4月上	—	0	水稻、甘蔗、甘藷。	水稻、甘蔗、甘藷。	方　德	紹安里20號
		臺南分所	—	4月上	—	0	玉米、甘藷、甘蔗、花生、豆類、胡麻。	玉米、甘蔗、甘藷、花生、黃麻、鐘麻、棉花。		

（6）寄主植物之調查：民國42-44年，在臺南、嘉義、雲林及彰化等4縣之鐘麻栽培區域，調查該範圍中，栽培作物之種類，玆將其調查結果，歸納成17表；自表中之結果顯示，在臺灣與粟螟加害鐘麻之有關作物爲玉米、高粱、棉花和甘藷。其中甘藷僅在其莖中，見有粟螟幼蟲之寄生，但未見有嚴重爲害情形。至於玉米、高粱與粟螟加害鐘麻之關係，則極其複雜，據調查所知，在有粟螟加害鐘麻之區域中，其前期作物或現有作物中必有玉米、高粱或棉花，凡前期作物栽植玉米，隨後栽植鐘麻及棉花者，多有粟螟發生(註7)；此外在玉米及高粱之生長期間栽培鐘麻者，則粟螟多在鐘麻之生長後期發生，而影響其採種工作，但對鐘麻之生長前期，並無重大影響，因在臺灣之粟螟，性嗜加害玉米及高粱，故在鐘麻與玉米、高粱混合栽培時，玉米、高粱之被害雖已十分嚴重，而鐘麻之被害却極爲輕微，但至玉米及高粱達成熟收穫時期，粟螟成蟲乃移向鐘麻產卵，至其幼蟲發生時期恰逢鐘麻之開花期間，故多集中加害於鐘麻之花果，而妨碍其採種。

據 Mackie 氏(57)1918年發表，認爲粟螟在美國有時可加害於甘蔗（sugar-cane）作者對此問題，曾於民國42年在飼育籠中從事觀察，將第4齡幼蟲15條，置於蔗苗上飼養，其中有9條自葉鞘及頂芽部位，蛀孔鑽入，有5條停留於葉鞘之內側，僅略食其表皮，並未蛀入莖心，另有1條於觀察之中途死亡。但在田間經多次之調查，並未發現任何粟螟及其被害之跡象，故最少可以斷定，在臺灣，甘蔗並非粟螟之主要宿主。

四、發生區域被害程度之調查

I、調查方法：印刷調查表格委託雲林、嘉義及臺南等縣政府，分發於鐘麻主要栽培區域之鄉鎮公所，按期造表報告，表格內容包括調查日期、地點、害蟲發生情形及被害程度等，作者接到各鄉鎮之初步調查報告後，選擇情形較重者舉行複查，此項調查特別注意於莖株之被率。自鐘麻在省內再度推廣失敗以後，其栽植者已極少，故欲推廣鐘麻之治蟲計劃，似宜自該等農戶着手提倡，玆不厭其繁，特將其調查結果，擇列於第17表，或有助於推廣工作之需要也。

II、調查結果：鐘麻粟螟在雲林、嘉義、臺南等3縣之發生情形相當嚴重，幾年來都造成災害，最初各鄉鎮人員及麻農對於該蟲均無正確之認識，而認爲被粟螟加害枯萎折斷之鐘麻，係由於風患所致，既未注意調查，又未報告有關當局，殆至民國42年，各地麻農，咸以3年來之慘痛損失經驗，而對鐘麻之栽培，已不感興趣，玆將41-45年來粟螟之發生情形，擇要叙述如下：

（1）雲林縣：民國41年全縣鐘麻之推廣面積爲313公頃，粟螟之發生以元長、大埤二鄉被害情形最重，據調查其被害株數一般均在50%以上；在東勢鄉亦有發生，但其被害程度較輕約爲3-7%。42年該鄉鐘麻之栽培面積已極少，全縣之推廣面積不及13公頃，據調查在東勢鄉之被害情形最重，其被害株數達30-40%，見第18表；此外在崙背鄉，亦有粟螟發生，其被害率平均亦達15%。44年，其栽植面積更少，據調查僅元長鄉有2家種植鐘麻，總面積尚不及0.5公頃，其被害株數爲10-30%。至45年在民間已全無栽種鐘麻者。

註7　在3年之調查中只見有一處例外，即民國44年在臺南縣後壁鄉麻農莊振祥之鐘麻田中，其前期作物爲玉米，但該田所植鐘麻，並未發現有粟螟之襲害，玆就現場情形加以分析以後，歸納其原因有3：第⑴，在該地區中種植玉米者僅此一處。第②，該玉米之收刈時期較一般約提早15日左右，而且44年春季本省中南部之天氣乾旱，鐘麻播種後，其發芽較遲，生長又慢，玉米之收刈，距離鐘麻之誘蛾期尚有相當長之時間。第③，乾熱之天氣，能增加粟螟（幼蟲，蛹及成蟲）之死亡率。有此3種原因，乃促使粟螟之自然消滅，不過此種消滅害蟲之方法，很難用爲鐘麻粟螟之防治，蓋因使玉米田集中，並强制使其提早收穫爲無法辦到之事，而且天氣變化則更爲吾人所不能控制者。

表18　東勢鄉調查田鐘麻被害率　（民國42年）

日期 / 項別		6月24—26日 調查株數	6月24—26日 被害株數	6月24—26日 %	7月9—10日 調查株數	7月9—10日 被害株數	7月9—10日 %	7月14—16日 調查株數	7月14—16日 被害株數	7月14—16日 %	7月27—29日 調查株數	7月27—29日 被害株數	7月27—29日 %
調查地點	東勢鄉蔣子寮（I）	131	24	17.5	120	18	15.0	200	58	29.0	145	59	40.6
	東勢鄉蔣子寮（II）	145	15	13.4	152	16	10.5	239	64	26.7	542	169	30.9
	東勢鄉劉厝庄	382	22	5.7	101	14	13.8	239	50	20.9	167	63	37.7

(2) 嘉義縣：民國41年，全縣鐘麻之推廣面積爲 199.4 公頃，粟螟之發生情形以六脚、新港、溪口、大林一帶最爲嚴重，其損失一般均在30%以上。42年全縣鐘麻之推廣面積僅有 2 公頃，以嘉義市之發生情形最爲嚴重，其被害株數達16-45%，見第19表。43-44年除少數之試驗栽培以外，在民間種植者已極少，據調查僅溪口鄉有 3 家麻農，栽植之總面積不及0.5公頃。43年之被害株數爲 10%左右，44年之被害株數爲 5-10 %。至 45年在溪口鄉則只有一家種植鐘麻其栽植面積爲0.2公頃，被害株數25-30%。

(3) 臺南縣：民國 41年全縣鐘麻之推廣面積爲 123.9公頃，粟螟之發生情形以新化、臺南市及鹽水等地最爲嚴重，其被害株達 30% 左右。42年全縣鐘麻之推廣面積，除試驗田外僅有 1.1 公頃，據調查粟螟之發生以新化及臺南市一帶最多，新化試驗分所鐘麻栽培田被害株數達 15%左右，臺南分所鐘麻被害株數亦達20%左右。

表19　嘉義棉麻分所工作站鐘麻被害率　（民國42年）

區別	調查株數	被害株數	被害株（%）
I	2981	477	16
II	1547	692	45

五、全文提要及討論

I. 鐘麻粟螟（*Pyrausta nubilalis* Hub.）在臺灣之鐘麻栽培區域中，發生情形相當嚴重，每年都造成災害。目前各地麻農咸以不能保障其收益，多不願再繼續栽植鐘麻。據查民國41年在雲林、嘉義、臺南三縣鐘麻之推廣面積有 636 公頃；至民國42年鐘麻在該三縣推廣之總面積，尙不及16公頃；民國43-45年，除民間零落之栽培外，已無法推廣種植。

II. 粟螟在鐘麻上其每一世代之歷期爲30-53日，多數43-48日。在鐘麻之生長期中，多數發生 2 代，採種田中可以發生不完整之第 3 代。粟螟對鐘麻之嚴重加害時期，因鐘麻之播種期而不同，一般在 4 月上旬播種之鐘麻，在 5月下旬至6月中旬之被害最烈；4月下旬播種者，在6月中旬至7月上旬可能遭受襲害；至5月上旬播種者，在7月中旬至 8月上旬可遭受在鐘麻上所發生之第 2 代粟螟幼蟲之加害；就以上 3 種情形討論，4 月上中旬播種之鐘麻，被粟螟之加害情形較爲嚴重，常可達於廢耕程度。

III. 粟螟成蟲都在夜間活動，日間多棲息於麻葉或莖株上，極少活動。卵塊多產在距離頂芽15-45cm高度之葉面下。幼蟲多爲 5 齡，其第 1 齡幼蟲多不鑽入莖中，而僅停留於葉背、花瓣或蒴果上，取食其表面組織，約經過 6-8 日後才開始蛀入莖髓中。至第 3 齡以上幼蟲，其遷移習性極强、在幼蟲期中可遷移 3-20 次。當鐘麻株高 1.5 公尺左右時，其蛀孔多分佈於距離頂芽 30cm，以上之莖株上。

Ⅳ. 在臺灣，鐘麻粟螟之唯一寄生蜂，係一種寄生蛹之姬蜂 (*Xanthopimpla stemmator* Thun.) 其寄生率爲12-26%；但粟螟加害鐘麻之最重要時期爲第1代幼蟲期，故利用該蜂驅除粟螟，以保護鐘麻之生長，在原則上爲無法辦到之事。此外粟螟成蟲略具趨光性，但並不强，亦無法予以利用。

Ⅴ. 粟螟之食性很雜，在臺灣，鐘麻並非其最適宜之寄主植物，據調査凡前期作物種植玉米者，則該區域鐘麻被粟螟之爲害必定嚴重。但若於同一地區鐘麻玉米 (或鐘麻高粱) 同時栽培生長者，則該區域之鐘麻在生長期間必不致受粟螟之嚴重襲害。由於粟螟性嗜加害玉米及高粱，在鐘麻與玉米、高粱混合栽培時，玉米、高粱之被害雖已十分嚴重，而鐘麻之被害却頗輕微，故可設想，使鐘麻與米或高粱相混植，並使玉米或高粱之播種時期略微早些，以誘集粟螟使集中加害玉米或高粱，當可減輕鐘麻之被害程度。

Ⅵ. 從粟螟之習性及生活史看來，可以選用毒力延續性最强之藥劑防除此種害蟲，並且注意選定適宜之施藥時間，按栽培初期之鐘麻，對粟螟之抵抗能力較小，故趁第1齡幼蟲尚未鑽入莖中以前 (約相當幼蟲孵化後之7-10日以內) 施用藥劑，可以殺死第1齡幼蟲及一部成蟲。至第3齡以上幼蟲，因有重複遷移之習性，亦能一便使其中毒死亡。再則所施藥劑應當噴佈在距離頂芽50cm 以上之部位；並使噴霧器之噴頭向上，俾可殺死隱伏於葉背之第1齡幼蟲，至於適當藥劑及濃度則待另文報告之。

五、引 用 文 獻

一、有關粟螟部分

1. Andreeva, N. V. 1930. The hemp worm (maize moth), as a pest of cultivated hemp. IN Rev. App. Ent. (A). 19 : 304.
2. Anutchin, A. 1916. *P. nubilalis* its life-history and control. Hortic., (1916): 227-230. Moscow. IN Rev. App. Ent. (A), 3 : 29.
3. Barber, G. W. 1929. Heat and time of exposure necessary to kill larvae of the european corn borer in ear corn. Circ. U.S. Dept. Agric., 71 : 1-13.
4. Beall, G. 1938. Analysis of fluctuations in the activity of insects.—A study on the european corn borer. Canadian J. Res., (D), 16 (3) : 39-71.
5. Beall, G. 1943. Multiple generation *P. nubilalis* on plants other than corn in Ontario. 74th Rep. Ent. Soc. Ontario, (1943) : 13-15. Toronto.
6. Bottger, G. T. & V. F. Kent, 1931. Seasonal-history studies of the european corn borer in Michigan. J. Econ. Ent., 24 (2) : 372-379.
7. Bottger, G. T. 1940. Preliminary studies of the nutritive requirements of the european corn borer. J. Agric. Res., 60 (4) : 249-257.
8. Caesar, L. 1925. Mortality of the larvae of the european corn borer in the early instars in 1924. 55th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, (1924) : 50-52. Toronto.
9. Caesar, L. 1929. Corn borer situation in Ontario in 1928. 59th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, (1928) : 49-52. Toronto.
10. Caesar, L. 1933. The corn borer situation in Ontario in 1932. Rep. Ent. Soc. Ontario, (1932) : 41-45. Toronto.
11. Carruth, L. A. & T. W. Kerr, 1937. Reaction of corn ear worm moth and other insects to light traps. J. Econ. Ent., 30 (2) : 297-305.

12. Cartwright, W. B. 1933. Observations on the european corn borer and its major parasites in the Orient. Circ. U.S. Dep. Agric., 289 : 1-13.

13. 邱式邦 (Cheu, S.P), 1940. 玉米螟害與寄主生長狀況之關係及其在玉米育種上之重要性。廣西農業, 1 (6) : 373-383.

14. Chorbadzhiev, P. 1929. Pests of cultivated plants in Bulgaria during 1927. Svedeniya po Zemled. period. Byul., 10(3-4): 3-59. IN Rev. App. Ent. (A), 18 : 95.

15. Clark, C. A. 1934. The european corn borer and its controlling factors in the Orient. Tech. Bull. U. S. Dep. Agric., 455 : 1-37.

16. Clark, C. A. 1939. Host plants and seasonal development of the european corn borer in New Jersey. J. Econ. Ent., 32 (4) : 516-520.

17. Cory, E. N., C. Graham & L. P. Ditman, 1942. Experiments of the corn ear worm and the european corn borer. Trans. Peninsula Hortic. Soc., (1941) : 94-96.

18. Crombrugghe, G. 1919. Note on *P. nubilalis* at Banlieue of Bruxelles. Rev. Mens. Soc. Ent., 19 (4): 17-19. Namur. IN Rev. App. Ent. (A). 7 : 373.

19. Cutright, C. R. & L. L. Huber, 1928. Growth condition of the host as a factor in insect abundance. Ann. Ent. Soc. Amer., 21 (1) : 147-153.

20. Darrow, G. M., R. B. Wilcox & C. S. Beckwith, 1951. Blueberry grown. Fmrs' Bull. U. S. Dep. Agric., 1951 (2) : 1-38.

21. Durnovo, Z. P. 1933. Results of work on the maize moth and other pests of newly cultivated annual fibre plants. Dis. Pests Newly Cultiv. Fidre Plants, : 85-106. Moscow. IN Rev. App. Ent. (A), 24 : 221.

22. Emchuk, E. M. 1937. Some data on the injurious entomofauna of the truck farms and orchards of the Desna River region. Trav. Inst. Zool. Biol., 14 : 279-282. Kiev. IN Rev. App. Ent. (A), 26 : 159.

23. Ficht, G. A. 1931. Some observations on the seasonal history of the european corn borer. Proc. Indiana Acad. Sci., 40 : 335-338.

24. Ficht, G. A. & T. E. Hienton, 1939. Studies on the flight of european corn borer moths to light traps—A progress report. J. Econ. Ent., 32 (4) : 520-526.

25. Ficht, G. A., T. E. Hienton & J. M. Fore, 1940. The use of electric light traps in the control of the european corn borer. Agric. Engng, 21 (3) : 87-89. IN Rev. App. Ent. (A), 30 : 347.

26. Ficht, G. A. & T.E. Hienton, 1941. Some of the more important factors governing the flight of european corn borer moths to electric traps. J. Econ. Ent., 34 (5) : 599-604.

27. Goidanich, A. 1928. Contributions to the knowledge of the insect fauna of hemp-I, general survey. Boll. Lab. Ent., 1 : 37-64. Bologna. IN Rev. App. Ent. (A), 17 : 330.

28. Goidanich, A. 1929. Insects injurious to hemp. Ann. Tec. Agrar., 4 : 423-431. Rome.

29. Goidanich, A. 1931. The Insects predacious and parasitic on ***P. nubilalis***. Boll. Lab. Ent., 4 : 77-218, Bologna. IN Rev. App. Ent. (A), 20 : 445.

30. Hergula, B. & V. Vouk,. 1928. Observation on the corn borer in Jugoslavia. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., (1927-28) : 201-222.

31. Hergula, B. 1930. On the mortality of *P. nubilalis*. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., 3 : 142-147.

32. Hergula, B. 1930. On the mortality of the eggs and young larvae of *P. nubilalis*. Acta Soc. Ent. Jugoslavia, 3-4 (1-2) : 44-60.

33. Hergula, B. 1932. Further contribution to the study of the maize moth and its parasites in Jugoslavia. Acta Soc. Ent. Jugoslavia, 5-6 (1-2) : 98-117.

34. Hervey, G. E. R. & C. E. Palm, 1935. A preliminary report on the response of the european corn borer to light. J. Econ. Ent., 28 (4) : 670-675.

35. Huber, L. L. 1941. Learning to live with the european corn borer. Bimonthly Bull. Ohio Agric. Exp. Sta., 26 (210) : 87-104.

36. Jones, D. W., H. G. Walker & L. D. Anderson, 1939. The european corn borer on the eastern shore of Virginia. Bull. Virginia Truck Exp. Sta., 102 : 1621-1648.

37. Judenko, E. 1938. Studies on the corn borer in connection with the infestation of hops and millet. Prace Wydz. Chor. Szkodn. Rosl. panstw. Inst. nauk. Gosp. wiejsk. Bydgoszczy 17 : 19-122. IN Rev. App. Ent. (A), 26 : 622.

38. Kelsheimer, E. G. 1935. Response of european corn borer moths to colored lights. Ohio J. Sci., 35 (1) : 17-28.

39. Knechtel, W. 1944. Crop pests observed in Rumania. Int. Bull. Plant Prot., 18 (5-6) : 37-39. Rome.

40. 小尾充雄 (Koo, M.)， 1940. 棉に加害する粟野螟蛾に關する研究・山梨縣農事試驗場，(1940): 1—82・

41. Kotlan, A. 1929. The corn borer situation in Hungary. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., 2 : 90-98.

42. Kovacevic, Z. 1929. The more important pests of cultivated plants in Slavonia and Bacher. Verh. Deuts. Ges. Angew. Ent., 31 (2) : 33-41. IN Rev. App. Ent. (A), 17 : 577.

43. Kozhanchikov, I. V. 1936. Influence of temperature on the development of the larvae and eggs of the european corn borer. Lenin Acad. Agric. Sci., (1936) : 59-60, Leningrad. IN Rev. App. Ent. (A), 25 : 140.

44. Kozhanchikov, I. V. 1937. Experiments on the effect of humidity on the development of the corn borer *P. nubilalis*. Lenin Acad. Agric. Sci., (1937) : 361-363, Leningrad. IN Rev. APP. Ent. (A), 26 : 475.

45. Kozhanchikov, I. V. 1938. Geographical distribution and physiological characters of *P. nubilalis*. Zool. Zhur., 17 (2) : 246-259. Moscow. IN Rev. App. Ent. (A), 27 : 228.

46. Krishtal, O. P. & O. I. Petrukha, 1930. Pests of field corns in 1929. Kiev. Reg. Agric. Expt. Sta. Dept. Ent., 62 : 1-52. IN Bev. App. Ent. (A), 19 : 368.

47. Kulagin, N. M. 1915. Insects injurious to cultivated field-plants in european

Russia in 1914. Bull. Moscow Ent. Soc., 1 : 136-161. IN Rev. App. Ent. (A), 4 : 103.

48. Kunike, G. 1930. The corn borer situation in Baden (Germany) in the year 1928. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., 3 : 58-63.

49. Kuwayama, S. 1929. Some observations on the so-called european corn borer in Japan. 4th Int. Gong. Ent. Ithaca, 1928, 2 (Trans.) : 100-109. New York. IN Rev. App. Ent. (A), 18 : 301.

50. Laduizhenskaya, L. A. 1935. The effect of temperature and humidity upon the dynamics of corn borer pupation and its emergence from pupae. Bull. Ves. Plant Prot., 4 : 79-86. Leningard. IN Rev. App. Ent. (A), 24 : 578.

51. Laduizhenskaya, L. A. 1936. Influence of microclimate as affected by hemp stalk distribution and feeding habits of larvae on survival of *P. nubilalis*. Lenin Acad. Agric. Sci., (1936): 255-256, Leningrad. IN Rev. App. Ent. (A), 25 : 148.

52. Laduizhenskaya, L. A. 1937. Effect of ecological conditions on the survival of eggs and larvae of *P. nubilalis* on hemp. Lenin Acad. Agric. Sci., (1937) : 366-368, Leningrad. IN Rev. App. Ent. (A), 26 : 476.

53. Lee, J. K. & G. W. Thomas, 1956. European corn borer attacking cotton in Missouri. J. Econ. Ent., 49 (2) : 270-271.

54. Lesne, P. 1921. One ancient invasion of *P. nubilalis* on millet in France. Bull. Soc. Path. Veg. France, 7 (1) : 15-16. Paris. IN Rev. App. Ent. (A), 9: 360.

55. Liu, C. L. 1941. Beginnings of a North China pest survey. Peking Nat. Hist. Bull., 15 (3) : 225-234.

56. MacCreary, D. & C. E. Phillips, 1942. Facts concerning european corn borer of interest to delaware farmers. Trans. Peninsula Hortic. Soc., (1941) : 102-109.

57. Mackie, D. B. 1918. Some aliens we do not want, why we do not want them, and how they may arrive. Bimonthly Bull. Cal, State Commiss. Hortic., 7 (9) : 541-544.

58. Malenotti, E. 1931. Measures against the maize Pyralid made compulsory in six adriatic provinces of Italy. Giorn. Agric. Dominica, 7 : 1-6. 15, Feb. 1931, reprint.

59. Marchal, P. & E. Foex, 1921. Phytopathological report for the years 1919-1920. Ann. Epiphyties, 7 : 1-87. Paris.

60. Marston, A. R. & C. B. Dibble, 1930. Investigations of corn borer control at Monroe, Michigan. Spec. Bull. Michigan Agric. Expt. Sta., 204 : 1-47.

61. 中山介之助 (Nakayama, S.)，1929. 粟野螟の自然敵害・朝鮮總督府農事試驗場彙報，4 (2) : 95—98.

62. Neiswander, C. R. & L. L. Huber, 1927. The european corn borer in weeds and truck crops in Ohio. J. Econ. Ent., 20 (2) : 344-351.

63. Neiswander, C. R. & L. L. Huber, 1929. Height and silking as factors influencing european corn borer population. Ann. Ent. Soc. Amer., 22 (3) : 527-542.

64. Neiswander, C. R. & J. R. Savage, 1931. Migration and dissemination of euro-

pean corn borer larvae. J. Econ. Ent., 24 (2) : 389-393.
65. Noel, P. 1917. The pests of hemp. Bull. Lab. Reg. Ent. Agric., (Jan.-Mar. 1917) : 11-12. Rouen.
66. Painter, R. H. & G. A. Ficht, 1925. A field study of the reduction of european corn borer larvae in standing corn. 55th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, (1924) : 53-54. Toronto.
67. Parrott, P. J. 1927. Progress report on light traps for insect control. Empire State Gas & Elect. Ass., : 12. New York.
68. Patch, L. H. & L. L. Peirce, 1933. Laboratory production of clusters of european corn borer eggs for use in hand infestation of corn. J. Econ. Ent., 26 (1) : 196-204.
69. Popov, V. I. 1936. Corn borer as a corn and hemp pest in Bulgaria. Minist. Agric. Nat. Domains, 68 : 103. IN Rev. App. Ent. (A), 25 : 261.
70. Roubaud, E. 1928. Biological researches on *P. nubilalis*. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., (1927-28) : 1-40.
71. Roubaud, E. 1929. Biological resarches on *P. nubilalis*—II. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., 2 : 1-21.
72. Rumyantzev, M. D. 1937. Duration of external feeding of larvae of *P. nubilalis*. in relation to the developmental phase of the hemp. Lenin Acad. Agric. Sci., (1937) : 363-365. Leningard. IN Rev. App. Ent. (A), 26 : 476.
73. Sachtleben, H. 1930. Notes on *P. nubilalis* and its parasites in Bulgaria and Roumania. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., 3 : 42-57.
74. Schlosberg, M. & R. Mathes, 1937. Eggs and larvae populations of european corn borer in relation to time of planting and yields of sweet corn. J. Econ. Ent., 30 (2) : 280-287.
75. Shander & F. Krause, 1917. Diseases and pests of hemp. Abt. Pfl.-Krankh. Wilhelm Inst. Brumberg, Flugblatt 28.
76. Shchegolev, V. N. 1936. Ecologo-economic foundation and development of a complex system of measures for protection of hemp against pests and diseases in the forest-steppe zone of the USSR. Lenin Acad. Agric. Sci., (1936) : 249-255, Leningrad. IN Rev. App. Ent. (A), 25 : 147.
77. Silant'ev, I. M., I. V. Kozhanchikov & T. Mikhailova, 1936. Soaking of hemp stems on the larvae of *P. nubilalis* and the physiological basis of this measure. Bull. Ves. Plant Prot. 1 (14) : 1-50, Leningrad. IN Rev. App. Ent. (A), 25 : 443.
78. Sonan, J. 1929. A few host-known Ichneumonidae found in Formosa. Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa, 19 (104) : 415-425.
79. Springer, R.E. 1930. Some factors affecting the hatching of the eggs of the european corn borer. Proc. Pennsylvania Acad. Sci., 4 : 99-102.
80. Stearns, L. A. 1941. European corn borer in Delaware. Present infestation—seasonal development and feeding habits, and control possibilities. Trans. Penin-

sula Hortic. Soc., (1940) : 110-119.

81. Stirrett, G. M. 1929. Notes on the life-history of the european corn borer in Ontario. 59th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, (1928) : 40-43. Toronto.

82. Stirrett, G. M. 1929. Some preliminary observations of the flight of the european corn borer. 60th Ann. Rep. Ent. Soc. Ontario, (1929) : 46-51. Toronto.

83. Stirrett, G. M., G. Beall & E. Lindsay, 1934. Some characteristics of the flight and oviposition habits of the european corn borer. Rep. Ent. Soc. Ontario, 64 : 12-21. Toronto.

84. 高橋奨 (Takahashi, S.)，1919. 大麻の害蟲と大麻天牛に就きて・昆蟲世界，23 (1) : 20—24.

85. Thompson, W. R. & H. L. Parker, 1928. Host selection in *P. nubilalis*. Bull. Ent. Res., 18 (4) : 359-364.

86. Uchida, T. 1930. Descriptions of new Ichneumonids from Japan, Korea and Formosa. Insecta Matsum., 4 (3) : 121-132.

87. Vance, A. M. 1949. Some physiological relilionship of the female european corn borer moth in contribut bnviroment. J. Econ. Ent., 42 (3) : 474-484.

88. Vouk, V. & B. Hergula, 1929. On some technical methods applied in corn borer research. Internat. Corn Borer Invest. Sci. Rep., 2 : 106-110.

89. Vukasovic, P. 1932. Contribution to the study of the corn borer in our country. Glasnik Zentr. Khig. Zavoda, 7, 13 (4-6): 1-41. Belgrade. IN Rev. App. Ent. (A), 20 : 161.

90. Yaroslavtzev, G. M. 1931. A brief report on the pests of field cultures in 1930 according to the data of the state Service of Dynamies and distribution of the injurious insects. Bull. Ves. Plant Pro., 8 (4) : 375-413. Leningard. IN Rev. App. Ent. (A), 20 : 263.

二、輔助資料

91. 趙善歡 (Chiu, S. F.)，1942. 廣州三化螟之研究・福建農業，3 (1，2) : 12—15.

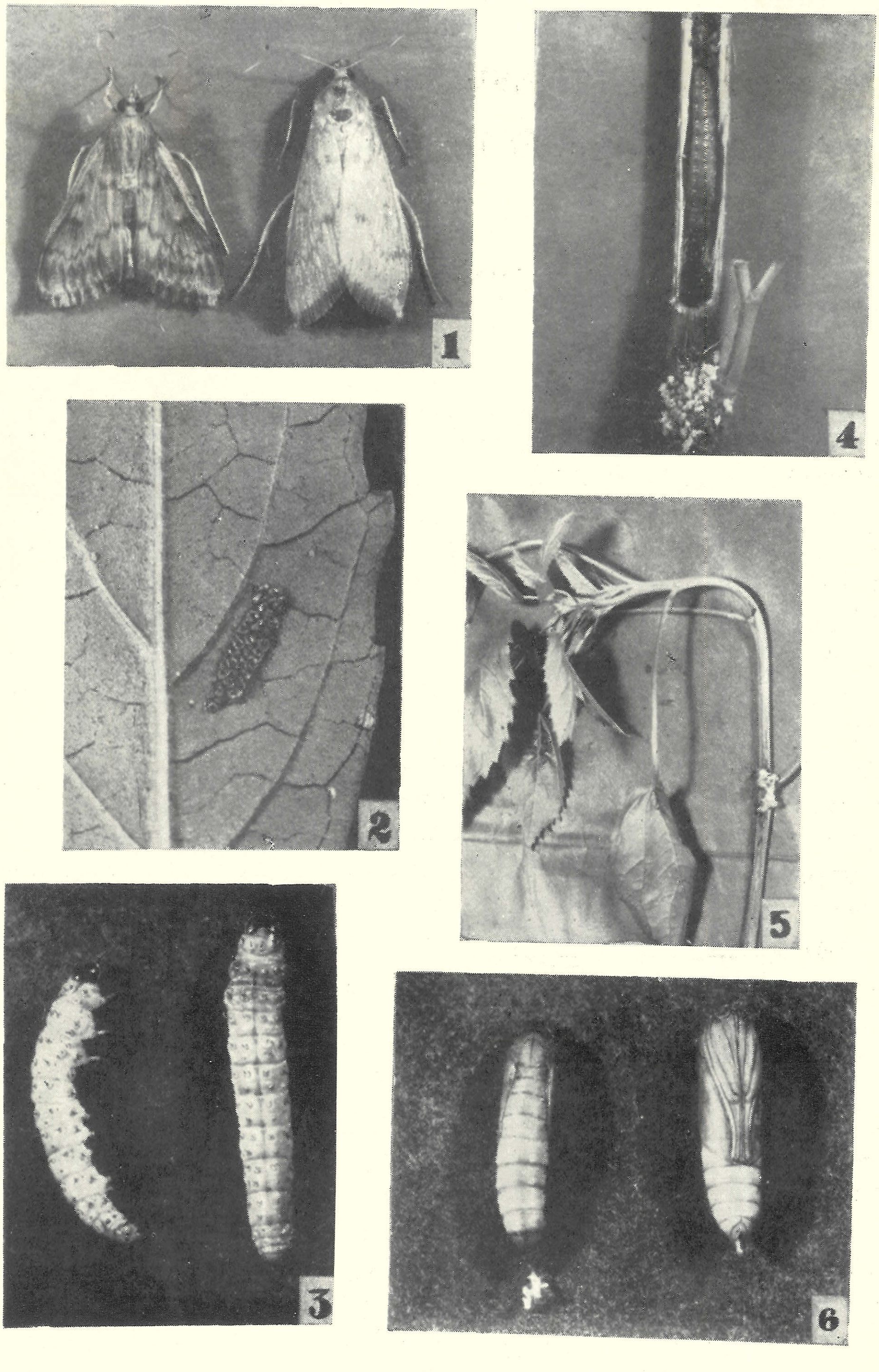


圖 II　1. 鐘麻粟螟成蟲背面觀 ×2.5，左：雄蟲，右：雌蟲。 2. 卵將屆孵化時之外觀×2.5 。 3. 第 5 齡幼蟲之外觀 ×2.5，左：側面，右：正面。 4. 鐘麻莖之被害孔，堆積物及幼蟲在孔穴中之停留情形。 5. 鐘麻之被害狀況，幼蟲蛀入後第 2 日之開始萎凋情形。 6. 蛹之外觀，左：背面，右：腹面。

A STUDY OF THE CORN BORER (*Pyrausta nubilalis*) ON AMBARI HEMP IN TAIWAN

By

Tung-ting Liang and Chiang-hai Yu

Summary

Pyrausta nubilalis Hübner (Lep., Pyralididae), commonly known as the European corn borer, is the chief menace to the cultivation of Ambari hemp (*Hibiscus cannabinus* Linne) in Taiwan. Its outbreak in 1952 at Yunlin, Chiayi and Tainan hsiens had immediately resulted the sudden fall (from 636 ha. to 16 ha.) of acreage in this area next year. This formidable pest has 5 generations each year and requires 30-35 days (generally 43-48 days) to complete immature developments. Insofar as the Ambari hemp is concerned, larvae of the first generation are the most destructive. Plants sown in early April are usually severely attacked in late May to mid June; those sown in late April however suffer less. Larvae of the second generation appear in mid July to early August may attack the plants sown in early May.

The adult of *P. nubilalis.* is crepuscular, but is not readily attracted to light. Eggs are laid on inner side of leaves. The first instar larvae gregariously feed on leaves underside. In the second and the later instars, they disperse to various corners of the plant. When an approriate place is located, the larvae make its way by boring inside the stem. When the plant is 1.5-2.0 meter the high, the hole is usually drilled at a point 10-30 cm. from the top of the plant. The larvae may also attack flower and seed-capsule and may migrate 3-20 times (average 7.5 times) during its life, in other words, several plants may be devastated by a single larvae. The growth of the infested plant is greatly stunted and its yield of fibre and seed, if any, is always poor in quantity and quality. In certain cases, the plant may be killed and the entire crop may come to nil.

Xanthopimpla stemmator Thunberg (Hym., Ichneumonidae) is the only nature enemy of importance and its percentage of parasitization is about 12-26. On the other hand, corn or sorghum may be used as the trap since it is much more preferred than Ambari hemp does. Besides these, applications are to be recommended of long-residual insecticides which should be sprayed before the appearance of the second instar larvae, so as to kill the half-and full-grown ones migrating to and from the treated plant.